

10.823.264

日本国特許庁 07.27.04
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日 2003年 4月14日
Date of Application:

出願番号 特願2003-108821
Application Number:

ST. 10/C]: [JP2003-108821]

願人 松下電器産業株式会社
Applicant(s):

BEST AVAILABLE COPY

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2003年11月21日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫

【書類名】 特許願

【整理番号】 2032450079

【提出日】 平成15年 4月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 7/0045

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 宮下 晴旬

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 中嶋 健

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 木村 直浩

【特許出願人】

 【識別番号】 000005821

 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100097445

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

 【識別番号】 100103355

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 記録パルスの形状を制御する記録再生方法および装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 記録媒体に原デジタル情報を記録し、原デジタル情報を最尤復号法で検出する記録再生方法あって、

最尤復号法において時刻 k (k は任意の整数) において複数の状態をもち、時刻 $k - j$ (j は 2 以上の整数) での状態から時刻 k での状態に至るまでの n (n は 2 以上の整数) とおりの状態遷移列のうち最も確からしい状態遷移列の時刻 $k - j$ での状態から時刻 k での状態に至るまでの状態遷移の確からしさを PA とし、2 番目に確からしい状態遷移列の時刻 $k - j$ での状態から時刻 k での状態に至るまでの状態遷移の確からしさを PB とし、時刻 $k - j$ から時刻 k までの復号結果の信頼性を $|PA - PB|$ とし、

所定の記録マーク長とスペース長の組み合わせごとに $|PA - PB|$ を算出し、

前記すべての記録マーク長とスペース長の組み合わせごとの $|PA - PB|$ がある所定の値 P_{std} に近づくように記録パルスの形状を制御することを特徴とする記録再生方法。

【請求項 2】 前記記録パルスの形状の制御は、記録マークの始末端のエッジシフト位置を制御することを特徴とする請求項 1 記載の記録再生方法。

【請求項 3】 最尤復号方式が、 $n = 2$ をみたすことを特徴とする請求項 1 記載の記録再生方法。

【請求項 4】 最小極性反転間隔が 2 である記録符号と、再生信号を所定の等化方式 $PR(C0, C1, C1, C0)$ に等化することと、の制約から時刻 k において 6 つの状態が存在し、時刻 $k + 1$ の 6 つの状態へとり得る状態遷移が 10 とおりに制限される状態遷移則を用いることを特徴とする請求項 1 記載の記録再生方法。

【請求項 5】 状態遷移列のうち、最も確からしい状態遷移列と 2 番目に確からしい状態遷移列とのユークリッド距離が最小となるものについてのみ $|PA - PB|$ を求めることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の記録再生方法。

【請求項 6】 前記所定の値 P_{std} とは、ユークリッド距離が最小となる $|PA - PB|$

1の期待値であることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれかに記載の記録再生方法。

【請求項7】 所定の時間または所定の回数だけ $|PA-PB| - Pstd$ の積算演算または平均演算を行い、演算結果の符号と大きさから記録パルスの形状の制御の方向と量を決定することを特徴とする請求項1から請求項6のいずれかに記載の記録再生方法。

【請求項8】 記録符号から定まる最小極性反転間隔を m とし、再生クロック周期を T とするとき、 $(m+a)T$ のマーク、 $(m+b)T$ のスペース、再生波形の立ち上がり立ち下がりの組み合わせ（ a 、 b は0以上の任意の整数）ごとに前記 $|PA-PB| - Pstd$ の積算演算または平均演算を行い、

前記再生波形の立ち上がり立ち下がりの組み合わせごとに、演算結果の符号と大きさから記録パルスの形状の制御の方向と量を決定することを特徴とする請求項1から請求項6のいずれかに記載の記録再生方法。

【請求項9】 記録媒体に原デジタル情報を記録し、原デジタル情報を最尤復号法で検出する記録再生装置あって、

再生信号と同期した再生クロックで再生信号をサンプリングするA/D変換手段と、前記A/D変換手段から出力されたデータを所定のPR等化特性となるよう波形整形するデジタルフィルタと、前記デジタルフィルタの出力データから最も確からしいデジタル情報を復号する最尤復号手段と、前記最尤復号手段で推定された状態遷移列と、前記デジタルフィルタの出力データと最尤復号に用いる目標値とのユークリッド距離の計算結果と、を用いて前記最尤復号手段の復号結果の信頼性値 $|PA-PB|$ を検出する差分メトリック検出器と、所定の記録マーク長とスペース長の組み合わせごとに前記信頼性値 $|PA-PB|$ を累積するシフト量検出手段と、記録パルスの形状を制御する制御手段とを備え、

前記制御手段は前記シフト量検出手段の出力が所定の値 $Pstd$ となるように記録パルスの形状を制御することを特徴とする記録再生装置。

【請求項10】 前記記録パルスの形状の制御は、記録マークの始末端のエッジシフト位置を制御することを特徴とする請求項9記載の記録再生装置。

【請求項11】 最小極性反転間隔が2である記録符号を用いる記録再生装置

であって、最尤復号方式が記録符号の最小極性反転間隔が2であることと、再生信号を所定の等化方式PR (C0, C1, C0) から定まる状態遷移則をもちいることを特徴とする請求項9記載の記録再生装置。

【請求項12】 最小極性反転間隔が2である記録符号を用いる記録再生装置であって、最尤復号方式が記録符号の最小極性反転間隔が2であることと、再生信号を所定の等化方式PR (C0, C1, C1, C0) から定まる状態遷移則をもちいることを特徴とする請求項9記載の記録再生装置。

【請求項13】 最小極性反転間隔が2である記録符号を用いる記録再生装置であって、最尤復号方式が記録符号の最小極性反転間隔が2であることと、再生信号を所定の等化方式PR (C0, C1, C2, C1, C0) から定まる状態遷移則をもちいることを特徴とする請求項9記載の記録再生装置。

【請求項14】 状態遷移列のうち、最も確からしい状態遷移列と2番目に確からしい状態遷移列とのユークリッド距離が最小となるものについてのみ $|PA-PB|$ を求めることを特徴とする請求項9から請求項13のいずれかに記載の記録再生装置。

【請求項15】 前記所定の値Pstdとは、ユークリッド距離が最小となる $|PA-PB|$ の期待値であることを特徴とする請求項9から請求項14のいずれかに記載の記録再生装置。

【請求項16】 前記シフト量検出手段において、所定の時間または所定の回数だけ $|PA-PB| - Pstd$ の積算演算または平均演算を行い、前記制御手段において、前記シフト量検出手段における演算結果の符号と大きさから記録パルスの形状の制御の方向と量を決定することを特徴とする請求項9から請求項15のいずれかに記載の記録再生装置。

【請求項17】 前記シフト量検出手段において、記録符号から定まる最小極性反転間隔を m とし、再生クロック周期を T とすると、 $(m+a)T$ のマーク、 $(m+b)T$ のスペース、再生波形の立ち上がり立ち下がりの組み合わせ (a 、 b は0以上の任意の整数) ごとに前記 $|PA-PB| - Pstd$ の積算演算または平均演算を行い、

前記制御手段において、前記再生波形の立ち上がり立ち下がりの組み合わせご

とに、演算結果の符号と大きさから記録パルスの形状の制御の方向と量を決定することを特徴とする請求項 9 から請求項 15 のいずれかに記載の記録再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、原デジタル情報を再生する記録再生方法および記録再生装置に関し、最尤復号法で再生した場合において、エラーの発生する確率が最小となるように記録パルスの形状を定める記録パラメータを最適化する方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

可搬記録媒体に原デジタル情報を記録し、再生する記録再生装置では、同一の記録パルスの形状を用いても、装置や記録媒体の個体差によって、媒体上に形成されるマークの形状がばらつき、再生される信号品質は大きくことなる場合がある。このようなばらつきによる信頼性の低下を防ぐために、記録媒体の脱着時などに校正動作を行っている。校正とはユーザデータの信頼性を確保するために、再生系の特性の設定、記録パルスの形状などの最適化を行う制御である。

【0003】

一般的な情報再生装置においては、再生信号に含まれるクロック情報を抽出し再生信号から抽出されたクロックをもとに原デジタル情報を弁別する PLL 回路をもちいている。図 14 に従来の光ディスクドライブの構成図を示す。光ディスク 17 からの反射光は光学ヘッド 18 により再生信号に変換される。再生信号は波形等化器 19 により波形整形される。波形整形された再生信号はコンパレータ 20 で 2 値化される。通常コンパレータ 4 のしきい値は 2 値化出力の積分結果が 0 となるようにフィードバック制御されている。位相比較器 21 は 2 値化出力と再生クロックの位相誤差を求める。位相誤差を LPF 22 により平均処理し、VCO 23 の制御電圧となる。位相比較器 21 から出力される位相誤差が常に 0 になるようにフィードバック制御がかかる。熱記録される記録媒体においては、媒体上の熱干渉によって前後の記録パターンによって媒体上に形成されるマークの

形状が異なる。したがって個々のパターンの記録に最適な記録パラメータ設定をしなければならない。

【0004】

記録パラメータを評価する指標が上記誤差検出出力である。誤差検出出力が最小となるように、記録パラメータの設定を行う。具体的には、初期設定された記録パラメータでパターン発生回路 26 から出力された記録パターンを記録補償回路 27 により、所定のパルス波形とし、レーザ駆動回路 28 により光ディスクに記録する。所定のパターンが記録されたトラックを再生し、誤差検出回路 24 は、コンパレータ 20 の出力と VCO 23 の出力との位相誤差の絶対値を積分することで再生クロックと 2 値化パルスエッジとのジッタと相関をもつ検出信号を得る。記録パラメータを変化させ記録し、再生を繰り返す。検出値が最小となるときの記録パラメータを最適とする。誤差検出回路 24 の具体的な動作の様子を図 15 に示す。例えば 6 T、4 T、6 T、8 T から成る繰り返し記録パルスを用いて、4 T マークと 6 T スペースの記録パターンにおけるマーク終端エッジの最適化を図る場合をあげる。6 T スペースと 8 T マークのマーク始端エッジ、8 T マークと 6 T スペースとの終端エッジは最適な記録パラメータで記録されているものとする。図 15 (a) のような周期的な NRZI 信号がパターン発生回路 26 から、光ディスクコントローラ 25 から与えられると、一般的な書換え型光ディスクを例にあげると記録補償回路 27 は図 15 (b) のようなレーザ駆動波形を生成する。Tsfp はマーク始端位置を設定するパラメータで、Tel p はマーク終端位置を設定するパラメータである。レーザ駆動回路 28 は図 15 (b) のような発光パワーの変調をかける。レーザ発光により図 15 (c) のようにトラック上に物理的にアモルファス領域が形成される。4 T マークの終端位置を定める Tel p を Tel p1、Tel p2、Tel p3 と変化させた場合に形成されるマークの形状は図 15 (c) のように変化する。このようなトラックを再生した場合を考える。4 T マーク終端の記録パラメータを最適値の Tel p2 としたとき、図 15 (d-1) の実線の再生信号が得られる。コンパレータ出力の積分値が 0 となるようしきい値が定められる。コンパレータ出力と再生クロックの位相差を検出し位相誤差の積分値が 0 となるよう図 15 (e-1) のような再生クロックが生成される。次に 4 T

マーク終端の記録パラメータを最適値より小さくし、Telplとした場合を考える。このとき図15 (d-2) の実線の再生信号が得られる。4 Tマーク終端エッジが時間軸方向に変化するため、コンパレータのしきい値は図15 (d-1) にくらべ図15 (d-2) の一点鎖線ように大きくなる。コンパレータ出力が変化したため、再生クロックは位相誤差の積分値が0となるよう図15 (e-1) に比べ、位相が進み図15 (e-2) のような再生クロックが生成される。逆に4 Tマーク終端の記録パラメータを最適値より大きくし、Tel p3とした場合を考える。このとき図15 (d-3) の実線の再生信号が得られる。4 Tマーク終端エッジが時間軸方向に変化するため、コンパレータのしきい値は図15 (d-1) にくらべ図15 (d-3) の一点鎖線ように小さくなる。コンパレータ出力が変化したため、再生クロックは位相誤差の積分値が0となるよう図15 (e-1) に比べ、位相が遅れ図15 (e-3) のような再生クロックが生成される。マーク終端エッジ（再生信号の立ち上がり）と再生クロックの時間差（いわゆるデータクロック間ジッタ）を測定すると図15 (f) のような分布が得られる。ただし4 Tマーク終端、8 Tマーク終端エッジはおなじ分散値の正規分布となるようなばらつきを持つことを仮定している。図15 (d-1)、図15 (e-1) のような再生信号と再生クロックの場合、立ち上がりエッジ（マーク終端エッジ）のコンパレータ出力と再生クロックの時間差の分布を求めると図15 (f-2) のようになる。4 Tマーク終端と8 Tマーク終端の分布のそれぞれの平均値が0となる。しかし4 Tマーク終端のパラメータがTelpl（最適値Tel p2より小さい値とした場合）のときは、図15 (f-1) のように4 Tマーク終端エッジの分布の平均値と8 Tマーク終端エッジの分布の平均値は0とはならず、同じ距離0から離れた分布となる。したがって立ち上がりエッジのトータルの分散は図2 (f-2) の場合に比べて大きくなる。同様に4 Tマーク終端のパラメータがTel p3（最適値Tel p2より大きい値とした場合）のときは、図15 (f-3) のように4 Tマーク終端エッジの分布の平均値と8 Tマーク終端エッジの分布の平均値は0とはならず、同じ距離0から離れた分布となる。ただし、図15 (f-1) とは4 Tマーク終端と8 Tマーク終端の分布が入れ替わっていることになる。この場合も立ち上がりエッジのトータルの分散は図15 (f-2) の場合に比べて大

きくなる。図14のように位相誤差の絶対値を累積し誤差検出出力とする場合、記録パラメータTelpの変化に従って、図15（g）のように誤差検出値が変化する。したがって記録パラメータを変化させ、誤差検出回路24の出力が最小となるパラメータを最適値とする。上記の例では4 Tマーク終端のパラメータTelpを最適化する際の手順について説明したが、その他のパラメータについてもそれぞれに対応した特定パターンを用いてテスト記録を行い、誤差検出出力から最適パラメータをもとめる。以上の手順をすべての記録パラメータをもとめる際の動作をフローチャートで示すと図16のようになる。テスト記録を行う媒体の領域にジャンプし、マーク始端あるいはマーク終端の記録パラメータを領域（例えばセクタ）ごとに変化させながら記録を行う。記録領域の再生を行い、パラメータを変化させた領域ごとに誤差検出出力をとりこむ。誤差検出出力が最小となるパラメータを求める。つぎのパラメータを求めるため以上の動作をすべてのパラメータがもとまるまで繰り返す。例えば、上記方法は、特開2000-200418号公報、特開2001-109597号公報に記載されている。

【0005】

【特許文献1】

特開2000-200418号公報

【特許文献2】

特開2001-109597号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、上記のように記録パラメータをジッタが最小となるように設定する従来の方法（例えば、特開2000-200418号公報、特開2001-109597号公報）では、最尤復号法を採用したシステムにおいて、エラーの発生する確率が最小とはならない場合があった。最尤復号法は一般的に、再生波形の再生パターンを予め推定しておいて、再生波形と推定波形を比較しながら、どのパターンに最も近いかを判定し、復号する方法である。そのため、再生波形と推定波形の差異が小さいほど、エラーの発生する確率も小さくなる。本発明は、記録再生装置において、最尤復号法を用いた場合のエラーの発生する確率が最小と

なるように記録パルスの形状を定める記録パラメータを最適化する方法及び記録再生装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、最尤復号法において時刻 k (k は任意の整数) において複数の状態をもち、時刻 $k-j$ (j は 2 以上の整数) での状態から時刻 k での状態に至るまでの n (n は 2 以上の整数) とおりの状態遷移列のうち最も確からしい状態遷移列の時刻 $k-j$ での状態から時刻 k での状態に至るまでの状態遷移の確からしさを PA とし、2 番目に確からしい状態遷移列の時刻 $k-j$ での状態から時刻 k での状態に至るまでの状態遷移の確からしさを PB とし、時刻 $k-j$ から時刻 k までの復号結果の信頼性を $|PA-PB|$ とし、所定の記録マーク長とスペース長の組み合わせごとに $|PA-PB|$ を算出し、前記すべての記録マーク長とスペース長の組み合わせごとの $|PA-PB|$ がある所定の値 P_{std} に近づくように記録パルスの形状を制御する。

【0008】

また、前記記録パルスの形状の制御は、記録マークの始末端のエッジシフト位置を制御する。

【0009】

また、最尤復号方式が、 $n=2$ をみたす。

【0010】

また、最小極性反転間隔が 2 である記録符号と、再生信号を所定の等化方式 $PR(C0, C1, C1, C0)$ に等化することと、の制約から時刻 k において 6 つの状態が存在し、時刻 $k+1$ の 6 つの状態へとり得る状態遷移が 10 とおりに制限される状態遷移則を用いる。

【0011】

また、状態遷移列のうち、最も確からしい状態遷移列と 2 番目に確からしい状態遷移列とのユークリッド距離が最小となるものについてのみ $|PA-PB|$ を求める。

【0012】

また、前記所定の値Pstdとは、ユークリッド距離が最小となる $|PA-PB|$ の期待値である。

【0013】

また、所定の時間または所定の回数だけ $|PA-PB| - Pstd$ の積算演算または平均演算を行い、演算結果の符号と大きさから記録パルスの形状の制御の方向と量を決定する。

【0014】

また、記録符号から定まる最小極性反転間隔を m とし、再生クロック周期を T とすると、 $(m+a)T$ のマーク、 $(m+b)T$ のスペース、再生波形の立ち上がり立ち下りの組み合わせ（ a 、 b は0以上の任意の整数）ごとに前記 $|PA-PB| - Pstd$ の積算演算または平均演算を行い、前記再生波形の立ち上がり立ち下りの組み合わせごとに、演算結果の符号と大きさから記録パルスの形状の制御の方向と量を決定する。

【0015】

【発明の実施の形態】

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について、図1から図13を用いて説明する。

まず、最尤復号法を用いた場合の再生信号品質の評価方法について述べる。例として記録符号として最小極性反転間隔が2の符号を用いる場合について述べる。また、記録系の周波数特性と再生系の周波数特性が合わせてPR(1,2,2,1)等化となるように波形整形される場合について説明する。記録符号 b_k とし、1時刻前の記録符号を b_{k-1} と、2時刻前の記録符号を b_{k-2} と3時刻前の記録符号を b_{k-3} とする。PR(1,2,2,1)等化の理想的な出力値 $Level_v$ とすると、(数1)で表される。

【0016】

【数1】

$$Level_v = b_{k-3} + 2b_{k-2} + 2b_{k-1} + b_k$$

【0017】

ここで k は時刻を表す整数、 v は0～6までの整数

時刻 k での状態を $S(b_{k-2}, b_{k-1}, b_k)$ とすると、(表 1) の状態遷移表が得られる。

【0018】

【表 1】

最小反転間隔 2 と $PR(1, 2, 2, 1)$ の制約から定まる状態遷移表

時刻 $k-1$ での状態 $S(b_{k-3}, b_{k-2}, b_{k-1})$	時刻 k での状態 $S(b_{k-2}, b_{k-1}, b_k)$	$B_k/Level_v$
$S(0, 0, 0)$	$S(0, 0, 0)$	0/0
$S(0, 0, 0)$	$S(0, 0, 1)$	1/1
$S(0, 0, 1)$	$S(0, 1, 1)$	1/3
$S(0, 1, 1)$	$S(1, 1, 0)$	0/4
$S(0, 1, 1)$	$S(1, 1, 1)$	1/5
$S(1, 0, 0)$	$S(0, 0, 0)$	0/1
$S(1, 0, 0)$	$S(0, 0, 1)$	1/2
$S(1, 1, 0)$	$S(1, 0, 0)$	0/3
$S(1, 1, 1)$	$S(1, 1, 0)$	0/5
$S(1, 1, 1)$	$S(1, 1, 1)$	1/6

【0019】

簡単のために時刻 k での状態 $S(0, 0, 0)_k$ を $S0_k$ 、状態 $S(0, 0, 1)_k$ を $S1_k$ 、状態 $S(0, 1, 1)_k$ を $S2_k$ 、状態 $S(1, 1, 1)_k$ を $S3_k$ 、状態 $S(1, 1, 0)_k$ を $S4_k$ 、状態 $S(1, 0, 0)_k$ を $S5_k$ とすると図 2 の状態遷移図が得られる。これを時間軸に展開すると図 3 のトレリス図が得られる。時刻 k での状態 $S0_k$ と時刻 $k-4$ の状態 $S0_{k-4}$ に注目する。図 3 では、状態 $S0_k$ と状態 $S0_{k-4}$ 間でとりうる 2 つの状態遷移列を示している。1 つのとりうる状態遷移列をパス A とすると、パス A は状態 $S2_{k-4}$ 、 $S4_{k-3}$ 、 $S5_{k-2}$ 、 $S0_{k-1}$ 、 $S0_k$ を遷移し、もう 1 つの状態遷移列をパス B とするとパス B は状態 $S2_{k-4}$ 、 $S6_{k-3}$ 、 $S6_{k-2}$ 、 $S5_{k-1}$ 、 $S0_k$ を遷移する。時刻 $k-6$ から時刻 k までの最尤復号結果を $(C_{k-6}, C_{k-5}, C_{k-4}, C_{k-3}, C_{k-2}, C_{k-1}, C_k)$ とすると、 $(C_{k-6}, C_{k-5}, C_{k-4}, C_{k-3}, C_{k-2}, C_{k-1}, C_k) = (0, 1, 1, x, 0, 0, 0)$ となる復号結果 (x は 0 または 1 の値) が得られた場合には、パス A またはパス B の状態遷移が最も確からしいと推定されたこととなる。パス A、パス B であっても時刻 $k-4$ における状態 $S2_{k-4}$ の確からしさは同じであるから、パス A とパス B それぞれの時刻 $k-3$ から時刻 k までの再生信号 y_{k-3} から y_k までの値と期待値との差の 2 乗の累積値によってパス A

とパス B のどちらかの状態遷移列が確からしいことになる。パス A の時刻 $k-3$ から時刻 k までの再生信号 y_{k-3} から y_k までの値と期待値との差の 2 乗の累積値を P_a とすると P_a は (数 2)、パス B の時刻 $k-3$ から時刻 k までの再生信号 y_{k-3} から y_k までの値と期待値との差の 2 乗の累積値を P_b とすると P_b は (数 3) となる。

【0 0 2 0】

【数 2】

$$P_a = (y_{k-3} - 4)^2 + (y_{k-2} - 3)^2 + (y_{k-1} - 1)^2 + (y_k - 0)^2$$

【0 0 2 1】

【数 3】

$$P_b = (y_{k-3} - 5)^2 + (y_{k-2} - 5)^2 + (y_{k-1} - 3)^2 + (y_k - 1)^2$$

【0 0 2 2】

ここで復号結果の信頼性を示す P_a と P_b の差 $P_a - P_b$ の意味について述べる。最尤復号回路は $P_a < P_b$ であれば、パス A を自信を持って選択し、 $P_a > P_b$ であればパス B を自信を持って選択したといえる。また $P_a = P_b$ であればパス A、パス B のいずれを選択してもおかしくなく、復号結果が正しいかどうかは 5 分 5 分であるといえる。このようにして所定の時間あるいは所定の回数、復号結果から $P_a - P_b$ を求めると $P_a - P_b$ の分布が得られる。 $P_a - P_b$ の分布の模式図を図 4 に示す。図 4 (a) は再生信号にノイズが重畳された場合の $P_a - P_b$ の分布を示している。分布には 2 つのピークがあり、1 つは $P_a = 0$ となるときに頻度が極大となり、もう 1 つは $P_b = 0$ となるときに頻度が極大となる。 $P_a = 0$ となるときの $P_a - P_b$ の値を $-P_{std}$ 、 $P_b = 0$ となるときの $P_a - P_b$ の値を P_{std} とあらわすことにする。 $P_a - P_b$ の絶対値をとり、 $|P_a - P_b| - P_{std}$ を求めると図 4 (b) のような分布が得られる。この分布の標準偏差 σ と平均値 P_{ave} を求める。正規分布であるとするし、例えば σ と P_{ave} から (数 4) のように復号結果の信頼性 $|P_a - P_b|$ が $-P_{std}$ 以下となるとき誤りとなることと、誤り確率 $P(\sigma, P_{ave})$ を求めることができる。

【0 0 2 3】

【数 4】

$$P(\sigma, P_{ave}) = \operatorname{erfc}\left(\frac{P_{std} + P_{ave}}{\sigma}\right)$$

【0024】

したがってPa-Pbの分布からもとめた平均値Paveと標準偏差 σ から最尤復号方式による2値化結果の誤り率を予想することができる。つまり平均値Paveと標準偏差 σ を再生信号品質の指標とすることができる。なお上記の例では|Pa-Pb|の分布が正規分布となることを仮定したが、分布が正規分布でない場合には、|Pa-Pb|-Pstdの値が所定の基準値以下になる回数をカウントすることでカウント数によって信号品質の指標とすることも可能である。

【0025】

最小極性反転間隔が2であることとPR1221等化を用いた状態遷移則の場合、状態が所定の状態から所定状態へ遷移し、このとき2つの状態遷移列をとりうるような組み合わせは、時刻k-4から時刻kの範囲では8パターンあり、時刻k-5から時刻kの範囲では8パターンあり、時刻k-6から時刻kの範囲では、さらに、8パターン存在する。さらに、検出する範囲を拡大すると、信頼性Pa-Pbパターンが存在する。ここで、重要なのは、信頼性Pa-Pbを再生信号品質の指標とするため、誤る可能性（誤り率）が大のパターンのみを検出すれば、すべてのパターンを検出しなくても、誤り率と相関のある指標とすることができる。ここで、誤る可能性が大のパターンとは、信頼性Pa-Pbの値が小のパターンであり、Pa-Pb=±10の8パターンである。この8パターンについて、Pa-Pbについてまとめると（表2）のようになる。

【0026】

【表 2】

2つの遷移をとりうる最短の状態遷移の組み合わせ

状態遷移	復号結果の信頼性Pa-Pb	
	Pa=0のとき	Pb=0のとき
$S2_{k-4} \rightarrow S0_k$	-10	+10
$S3_{k-4} \rightarrow S0_k$	-10	+10
$S2_{k-4} \rightarrow S1_k$	-10	+10
$S3_{k-4} \rightarrow S1_k$	-10	+10
$S0_{k-4} \rightarrow S4_k$	-10	+10
$S5_{k-4} \rightarrow S4_k$	-10	+10
$S0_{k-4} \rightarrow S3_k$	-10	+10
$S5_{k-4} \rightarrow S3_k$	-10	+10

【0027】

上記8とおりの復号結果の信頼性Pa-Pbをまとめると（数5）が得られる。

【0028】

【数 5】

Pattern-1

$$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (0, 1, 1, x, 0, 0, 0) \text{ のとき}$$

$$Pa-Pb = (E_{k-3}-F_{k-3}) + (D_{k-2}-F_{k-2}) + (B_{k-1}-D_{k-1}) + (A_k-B_k)$$

Pattern-2

$$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (1, 1, 1, x, 0, 0, 0) \text{ のとき}$$

$$Pa-Pb = (F_{k-3}-G_{k-3}) + (D_{k-2}-F_{k-2}) + (B_{k-1}-D_{k-1}) + (A_k-B_k)$$

Pattern-3

$$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (0, 1, 1, x, 0, 0, 1) \text{ のとき}$$

$$Pa-Pb = (E_{k-3}-F_{k-3}) + (D_{k-2}-F_{k-2}) + (B_{k-1}-D_{k-1}) + (B_k-C_k)$$

Pattern-4

$$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (1, 1, 1, x, 0, 0, 1) \text{ のとき}$$

$$Pa-Pb = (F_{k-3}-G_{k-3}) + (D_{k-2}-F_{k-2}) + (B_{k-1}-D_{k-1}) + (B_k-C_k)$$

Pattern-5

$$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (0, 0, 0, x, 1, 1, 0) \text{ のとき}$$

$$Pa-Pb = (A_{k-3}-B_{k-3}) + (B_{k-2}-D_{k-2}) + (D_{k-1}-F_{k-1}) + (E_k-F_k)$$

Pattern-6

$$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (1, 0, 0, x, 1, 1, 0) \text{ のとき}$$

$$Pa-Pb = (B_{k-3}-C_{k-3}) + (B_{k-2}-D_{k-2}) + (D_{k-1}-F_{k-1}) + (E_k-F_k)$$

Pattern-7

$$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (0, 0, 0, x, 1, 1, 1) \text{ のとき}$$

$$Pa-Pb = (A_{k-3}-B_{k-3}) + (B_{k-2}-D_{k-2}) + (D_{k-1}-F_{k-1}) + (F_k-G_k)$$

Pattern-8

$$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (1, 0, 0, x, 1, 1, 1) \text{ のとき}$$

$$Pa-Pb = (B_{k-3}-C_{k-3}) + (B_{k-2}-D_{k-2}) + (D_{k-1}-F_{k-1}) + (F_k-G_k)$$

【0 0 2 9】

ここで $A_k=(y_{k-0})^2$, $B_k=(y_{k-1})^2$, $C_k=(y_{k-2})^2$, $D_k=(y_{k-3})^2$, $E_k=(y_{k-4})^2$, $F_k=(y_{k-5})^2$, $G_k=(y_{k-6})^2$ とする。最尤復号結果 c_k から（数 5）を満たす $Pa-Pb$ をもとめ、その分布から標準偏差 σ_{10} と平均値 $Pave_{10}$ を求める。正規分布であると仮定するとそれぞれ誤りを起こす確率 P_{10} は（数 6）となる。

【0 0 3 0】

【数 6】

$$P_{10}(\sigma_{10}, Pave_{10}) = \operatorname{erfc}\left(\frac{10 + Pave_{10}}{\sigma_{10}}\right)$$

【0031】

この8パターンは、1ビットシフトエラーを起こすパターンで、他のパターンは、2ビット以上のシフトエラーを起こすパターンである。PRML処理後のエラーパターンを分析すると、ほとんどが、1ビットシフトエラーであるため、(数6)を求めることで再生信号の誤り率が推定でき、標準偏差 σ_{10} 、平均値 $Pave_{10}$ を再生信号の品質を示す指標として用いることができる。

【0032】

本発明の実施の形態では、上記8パターンの検出を後述する記録パターンごと(マーク長と直前のスペース長の組み合わせと、マーク長と直後のスペース長の組み合わせのパターンごと)に行い、記録パルスの形状、特にエッジの始末端部に着目し、エッジシフト位置を最適化する記録パラメータを求める。上記最尤復号結果の信頼性であるすべてのパターンの $|Pa-Pb|$ のうち、 $|Pa-Pb|$ の値が最小のパターンのみを着目するということは、記録マークのエッジ部分のみに着目することを意味する。上記でも述べたが、 $Pa-Pb$ の値が小のパターンは、エラーの発生確率が高いパターンである。すなわち、記録マークのエッジ部分のエッジシフト位置を上記最尤復号結果の信頼性が高くなるように、部分最適化すれば、全体最適につながることを意味する。その方法について以下説明する。

【0033】

図5に、上記8パターン(Pattern-1~Pattern-8)のサンプル値を図示する。横軸はチャネルクロック(Tclk)間隔、縦軸は信号レベル(0~6)であり、点線、実践はそれぞれパスA、パスBである。各サンプル値は、(表1)で説明した最尤復号における入力の期待値Levelvの0~6に相当する。図15(c)、(d)で示したように記録部分(アモルファス領域)は、反射光が減るため信号レベルとしてはコンパレータ閾値より下側の波形として再生される。一方、未記録部分(非アモルファス領域)は、コンパレータ閾値より上側の波形として再生される。また、図5で示した8パターンは、すべて記録部(マーク)と未記録部(スペース)の境界部分(マークの終端エッジ)である再生波形に相当する。よって、図5における8パターンのうち、Pattern-1、Pattern-2、Pattern-3、Pattern-4は、マークの始端エッジ部分に相当し、Pattern-5、Pattern-6、Pattern-7、Pattern-8

は、マークの終端エッジ部分に相当する。

【0 0 3 4】

Pattern-1に着目して、マークの始端エッジのシフトズレ検出方法を説明する。図6において、実線△印は入力信号であり、点線○印のパスAが正解の状態遷移パスとする。また、同図に、理想的な始端エッジを記録マークA、入力信号の始端エッジを記録マークBとして、波形と記録マークの始端エッジの相関を示す図を示している。図6の(A)は、記録マークの始端エッジが理想的な始端エッジと比較して、短い場合である。入力信号のサンプル値(y_{k-3} 、 y_{k-2} 、 y_{k-1} 、 y_k)を(4.2、3.2、1.2、0.2)とし、(数2)、(数3)からパスAと入力信号の距離 P_a と、パスAと入力信号の距離 P_b を下式のように算出する。

【0 0 3 5】

【数7】

$$P_a = (4.2-4)^2 + (3.2-3)^2 + (1.2-1)^2 + (0.2-0)^2 = 0.16$$

【0 0 3 6】

【数8】

$$P_b = (4.2-5)^2 + (3.2-5)^2 + (1.2-3)^2 + (0.2-1)^2 = 7.76$$

【0 0 3 7】

始端エッジのズレ量とズレ方向は、上述した $|P_a - P_b| - P_{std}$ を算出することで求めることができる。

【0 0 3 8】

【数9】

$$E1 = |P_a - P_b| - P_{std} = |0.16 - 7.76| - 10 = -2.4$$

【0 0 3 9】

$E1$ の絶対値が、ズレ量であり、符号がズレ方向である。すなわち、図6の(A)の場合、 $E1 = -2.4$ と検出できるため、2.4だけ始端エッジが基準より短いと判断できる。同様に、図6の(B)は、記録マークの始端エッジが理想的な始端エッジと比較して、長い場合である。入力信号のサンプル値(y_{k-3} 、 y_{k-2} 、 y_{k-1} 、 y_k)を(3.8、2.8、0.8、-0.2)とし、 $E2$ を算出すると、 $E2 = 2.4$ と算出することができる。よって、図6の(B)の場合、2.4だけ始端エッジが基準より長いと判

断できる。図 7 に、パス B が正解の状態遷移パスとした場合を示す。図 7 の (A) は、記録マークの始端エッジが理想的な始端エッジと比較して、短い場合である。入力信号のサンプル値 (y_{k-3} 、 y_{k-2} 、 y_{k-1} 、 y_k) を (5.2、5.2、3.2、1.2) とし、E3 を算出すると、 $E3 = 2.4$ と算出することができる。よって、図 7 の (A) の場合、2.4 だけ始端エッジが基準より短いと判断できる。図 7 の (B) は、記録マークの始端エッジが理想的な始端エッジと比較して、長い場合である。入力信号のサンプル値 (y_{k-3} 、 y_{k-2} 、 y_{k-1} 、 y_k) を (4.8、4.8、2.8、0.8) とし、E4 を算出すると、 $E4 = -2.4$ と算出することができる。よって、図 7 の (B) の場合、2.4 だけ始端エッジが基準より長いと判断できる。図 6 のパス A が正解の場合と、図 7 のパス B が正解の場合では、記録マークの始端エッジのズレ方向を示す符号の表現が反対である。これは、正解パスの期待値系列と、もう一つの候補パスの期待値系列と、入力信号の系列の関係に依存する。図 6 (B)、図 7 (A) のように、入力信号の系列が、正解パスではない、もう一つの候補パスの期待値系列との誤差を大きく持つ場合は、(数 9) で算出される値は正の符号を持つ値となる。言い換えれば、入力信号の系列と、もう一つの候補パスの期待値系列との差が大となるほど、最尤復号では、エラーが発生しにくい状況であることを示す。この場合、(数 9) では正符号の値として算出される。この特徴を考慮して、記録マークの始端エッジのズレ方向を検出すればよい。Pattern-1 において、パス A が正解の場合は、2 T スペースと 4 T マーク以上の組み合わせの始端エッジに関して検出できるパターンであり、パス B が正解の場合は、3 T スペースと 3 T マーク以上の組み合わせの始端エッジに関して検出できるパターンである。以上のような方法で、各記録マークの始末端パターンごとの積算値または平均値を求め、その結果が 0 に近づくように記録パラメータを設定すれば、最尤復号方法に最適な記録制御が可能となる。

【0040】

ここで、記録パラメータの最適化について簡単に説明する。例えば、記録符号の最小極性反転間隔を m (本実施の形態では、 $m = 2$) とすると、記録媒体上に形成されるマークの始端位置がマーク直前のスペースの幅とマーク自身の幅に依存し、直前のスペースが mT から $(m+b)T$ まで依存し $(m+b)T$ 以上では

依存せず、かつ自身のマーク幅が mT から $(m+a)T$ まで依存し $(m+a)T$ 以上では依存しない。また記録媒体上に形成されるマークの終端位置がマーク自身の幅と直後のスペースの幅に依存し、自身のマーク幅が mT から $(m+a)T$ まで依存し $(m+a)T$ 以上では依存せず、かつ後続のスペース幅が mT から $(m+b)T$ まで依存し $(m+b)T$ 以上では依存しない。そのような記録媒体を考えると、始端パラメータ T_{sf} の最適化を $(m+b)T$ スペースまで行う必要がある、なおかつ終端パラメータ T_{ep} の最適化を $(m+a)T$ マークまで行う必要がある。ただし a 、 b は0以上の整数であり、記録符号の最大極性反転は $m+a$ 、 $m+b$ よりも大きいとする。簡単のために $m=3$ 、 $a=b=3$ とすると、単純には図8のように32とおりの記録パターンをもちいたパラメータの最適化が必要となる。図8において、 $2T_s2T_m$ は、2Tマークの直前に2Tスペースが存在するパターンであることを意味する。

【0041】

図9は、図8に示す各エッジパターンを、上記8パターン(Pattern-1~Pattern-8)のうちどのパターンで検出を行うかを示したものである。例えば、図8の $2T_s3T_m$ は、P3Aのパターンで検出を行うことを意味する。P3Aは、Pattern-3で、パスAが正解の状態遷移パスであるパターンを意味する。また、図8の $3T_s3T_m$ は、P1Bまたは、P4Aのパターンで検出を行うことを意味する。P1Bは、Pattern-1で、パスBが正解の状態遷移パスであるパターンを意味し、P4Aは、Pattern-4で、パスAが正解の状態遷移パスであるパターンを意味する。以上のことから、最尤復号に最適な記録パラメータを制御する方法とは、図9における各記録マークの始終端パターンの検出値が、すべて0に近づくように、記録パラメータを変化させることである。

【0042】

図9において、 $2T_s2T_m$ (2Tマーク立ち上がりで、直前に2Tスペースがあるパターン)と、 $2T_m2T_s$ (2Tマーク立ち下がりで、直後に2Tスペースがあるパターン)は、上記8パターン(Pattern-1~Pattern-8)では、検出不可であるため、他の方法でエッジシフト量を最適化する必要がある。 $2T_s2T_m$ と $2T_m2T_s$ を含むパターンは、信頼性 P_a - P_b の値が比較的大きいパターンであるため、上記8パターンに

は含まれていない。言い換えれば、 $2T_s2T_m$ と $2T_m2T_s$ のエッジ部分は厳密に最適化しなくても、最尤復号においては、エラーが発生する可能性が低いと言える。そのため、ディスクごとに最適化するのではなく、適切な初期値を用いてもよい。また、 $2T_s2T_m$ と $2T_m2T_s$ を最適化する場合は、従来方法で説明した再生信号の位相誤差の積算値が最小となるように最適化すればよい。

【0043】

次に、上記記録パラメータ最適化方法を実現する記録再生装置について、図1のブロック図を用いて説明する。光ディスク1から光学ヘッド2に読み出された再生信号はプリアンプ3によって増幅され、ACカップリングされたのちAGC4に入力される。AGC4では後段の波形等化器5の出力が一定振幅となるようゲインが調整される。AGC4から出力された再生信号は波形等化器5によって波形整形される。波形整形された再生信号はA/D変換器6に出力される。A/D変換器6はPLL回路7から出力された再生クロックで再生信号をサンプリングする。PLL回路7はA/D変換器6でサンプリングされた再生信号から再生クロックを抽出する。さらに、A/D変換器6でサンプリングされた再生信号はデジタルフィルタ8に出力される。デジタルフィルタ8は記録再生系の周波数特性がビタビ復号回路9の想定する特性(本実施の形態ではPR(1,2,2,1)等化特性)となるような周波数特性をもつ。デジタルフィルタ8から出力されたデータからビタビ復号回路9は最尤復号を行い2値化データを出力する。デジタルフィルタ8から出力されたデータと、2値化データを差分メトリック検出回路10に入力する。差分メトリック検出回路10は、ビタビ復号回路9の2値化データから状態遷移を判別し、判別結果とブランチメトリックから復号結果の信頼性を示す $|P_a - P_b| - P_{std}$ (数9) 参照、以後、 P_{abs} と表記する)を求める。パターン検出回路11は、ビタビ復号回路9の2値化データから、上記8パターン(Pattern-1~Pattern-8)を図9で示した記録マークの始末端エッジのパターンごとに割り当てるためのパルスを生成し出力する。エッジシフト検出回路12はパターン検出回路11で検出された上記 P_{abs} をパターンごとに累積加算し、記録補償パラメータの最適値からのずれ(後述ではエッジシフトと言う)を求める。光ディスクコントローラ13はパターンごとのエッジシフト量から変更が必要と判断された記録

パラメータを変更する。パターン発生回路 14 から記録補償学習用パターンを出力する。記録補償回路 15 は光ディスクコントローラ 13 からの記録パラメータをもとに記録補償学習パターンに従ってレーザ発光波形を作成する。作成されたレーザ発光パターンにしたがってレーザ駆動回路 16 は光学ヘッド 2 のレーザを駆動する。

【0044】

次に、本発明の記録再生装置におけるエッジシフト検出回路 12 の詳細な動作について説明する。図 10 で示すエッジシフト検出回路 12 では、パターン検出回路 11 でのパターン検出結果と、差分メトリック検出回路 10 で算出された Pabs が入力される。パターン検出回路 11 での検出遅延分のフィリップフロップ (FF) によって入力される Pabs データを遅延させ、パターン検出出力と検出出力点に該当する Pabs データが加算器に、パターン検出結果がセレクトに同時に入力される。セレクトは検出パターンにしたがってこれまでの累積加算結果を選択し、加算器に入力する。加算器は累積結果と新しく入力された Pabs データを加算し出力する。パターン検出結果から特定のレジスタにイネーブル信号を出力し加算結果を格納する。例えばアドレス単位で情報が管理されている記録媒体の場合、図 11 のような加算区間ゲート信号 (b) と、レジスタイネーブル信号 (c) が想定される。アドレス単位ごとに、ユーザ領域にテスト記録を行い、エッジシフト量を求める場合、加算区間を定める制御が必要となる。図 11 (b) のような加算区間ゲートが入力されると、図 10 のように 2 段のフリップフロップ通過し、フリップフロップ FF 29 ~ FF 0 に入力される。図 11 (b) の Low 区間でフリップフロップをリセットし High 区間で加算結果を格納する。また、図 11 (c) のようなレジスタイネーブル信号は、加算区間ゲートから生成され、加算区間ゲートの終端で加算結果をレジスタ REG 29 ~ REG 0 に格納するイネーブル信号となる。アドレス単位ごとにエッジシフト量がレジスタ REG 29 ~ REG 0 に格納される。このような回路構成をとることで 1 つの加算器をもちいて記録パラメータの最適化に必要なすべてのエッジシフト量をもとめることができる。

【0045】

しかし、図 10 の回路例ではテスト記録に用いられる記録パターン (例えばラ

ランダムパターン) においてパラメータの最適化に必要な所定長のマークとスペースの組み合わせの発生頻度が異なってしまう。検出された30のエッジシフト量(R23T、R33T、・・・、R45L、R55L)は各パターンの発生頻度に依存する問題がある。また、図1におけるPLL回路7では、符号によるDC成分を用いてスライサーのしきい値を自動的に検出し、追従するようなフィードバック制御を行っているので、フィードバック制御がPLL回路7におけるクロック生成に影響しないように、テスト記録パターンには符号によるDC成分(再生信号に含まれる低周波数成分)が少ないことが望まれる。また、最適化に要する時間、精度を考えると、できるだけ少ない記録領域で高い精度の検出結果が望まれる。したがって記録パターン中にパラメータの最適化に必要なマークとスペースの組み合わせが同一頻度発生し、なおかつ符号に含まれるDC成分(DSV)が0となり、かつ単位長あたりの発生頻度が高くなるような記録パターンが必要となる。このようなパターンの例を図12に示す。2Mは2Tマークを意味し、2Sは2Tスペースを意味する。図12の例では、2Tマークから5Tマーク、2Tスペースから5Tスペースの組み合わせである30とおりのパターンが108ビットの記録パターンに1回ずつ発生する。また108ビットの記録パターンが含まれるシンボル'0'とシンボル'1'の数は同数の54であり、記録パターンのDSVは0となっている。この記録パターンを図10のエッジシフト検出回路12に適応すると出力される各パターンのシフト量には同一回数のパターン検出時のシフト量検出結果となる。なお、本実施の形態では、5Tマークあるいは5Tスペース以上のマークについては同一の記録パラメータで記録できることを想定している。

【0046】

一方、テスト記録に用いられる記録パターンとして、ランダムパターン(必要なマークとスペースの組み合わせパターンの発生頻度が異なるパターン)を用いる場合のエッジシフト検出回路例を図13に示す。図13のエッジシフト検出回路では、パターン検出回路11によって、図9で示した特定パターンの30パターンエッジを検出し、それぞれのエッジシフト量と、エッジ数を個々に積算する。特定パターンの発生確率が異なるテスト記録パターンを用いても、エッジシフ

トの加算結果を検出エッジ数で割ることで、平均エッジシフト量を算出することができ、記録パラメータのうちどのパターンの記録マークの始末端位置を変更すべきか判断することができる。

【0047】

上記実施の形態では、記録符号として最小極性反転間隔が2である符号を用いて、PR(1,2,2,1)等化を行う場合について説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、最小極性反転間隔が3である符号とPR(C0,C1,C1,C0)等化の組み合わせを用いた場合や、最小極性反転間隔が2または3である符号とPR(C0,C1,C0)等化の組み合わせを用いた場合や、最小極性反転間隔が2または3である符号とPR(C0,C1,C2,C1,C0)等化の組み合わせを用いた場合においても適用できる。C0、C1、C2は任意の正の数である。

【0048】

なお、本実施の形態における記録パラメータは、記録マークのエッジの始末端の位置を制御するパラメータとしたが、本発明はこれに限定されない。例えば、図15で説明したマルチパルスを用いた発光波形とする場合、先頭パルスの幅や、終端パルスの幅や、クーリングパルス幅を制御するパラメータとしてもよい。

【0049】

【発明の効果】

本発明の記録再生方法は、従来のようにジッタ最適となるように記録パラメータを設定するのではなく、最尤復号法を採用した再生方法においてエラーの発生する確率が最小となるように、最尤復号法に最適な記録パラメータを設定する方法である。記録マークのエッジの始末端部分に相当し、尚且つ最尤復号法においてエラーの発生確率が高い部分の、最尤復号結果の信頼性値 $|Pa-Pb|-Pstd$ の演算を、所定のマーク長と直前のスペース長の組み合わせと、マーク長と直後のスペース長の組み合わせごとに行い、その演算結果からエッジシフト位置を最適化する記録パラメータを求め、求めた記録パラメータを反映した記録を行う。このように、最尤復号におけるエラーの発生確率が高い部分のパラメータの最適化を行うことで、リーダビリティの向上が期待できる。

【0050】

また、本発明の記録再生装置は、再生信号と同期した再生クロックで再生信号をサンプリングするA/D変換手段と、前記A/D変換手段から出力されたデータを所定のPR等化特性となるよう波形整形するデジタルフィルタと、前記デジタルフィルタの出力データから最も確からしいデジタル情報を復号する最尤復号手段と、前記最尤復号手段で推定された状態遷移列と、前記デジタルフィルタの出力データと最尤復号に用いる目標値とのユークリッド距離の計算結果と、を用いて前記最尤復号手段の復号結果の信頼性値 $|P_A - P_B|$ を検出する差分メトリック検出器と、所定の記録マーク長とスペース長の組み合わせごとに前記信頼性値 $|P_A - P_B|$ を累積するシフト量検出手段と、記録パルスの形状を制御する制御手段とを備え、前記制御手段は前記シフト量検出手段の出力が所定の値 P_{std} となるように記録パルスの形状を制御することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態による記録再生装置の構成を示すブロック図

【図2】

本発明の実施の形態による最小極性反転間隔が2であることとPR(1, 2, 2, 1)等化の制約から定まる状態遷移図

【図3】

本発明の実施の形態によるトレリス図において状態 S_{0k} と状態 S_{0k-4} 間でとりうる2つの状態遷移列を示す図

【図4】

復号結果の信頼性を示す $P_A - P_B$ の分布の模式図

【図5】

本発明の実施の形態による特定8パターン(Pattern1~Pattern8)の模式図

【図6】

本発明の実施の形態による特定パターンの一つであるPattern1(パスAが正解の場合)の検出と記録マークのズレの相関を示した模式図

【図7】

本発明の実施の形態による特定パターンの一つであるPattern1(パスBが正解

の場合)の検出と記録マークのズレの相関を示した模式図

【図 8】

最適化が必要とされる記録パラメータの一覧を示した図

【図 9】

最適化が必要とされる記録パラメータを特定 8 パターンのどれで検出するかを示した図

【図 10】

本発明の実施の形態による記録再生装置のエッジシフト検出回路の構成を示す図

【図 11】

本発明の実施の形態による記録再生装置のエッジシフト検出回路の動作を示すタイミングチャート

【図 12】

本発明の実施の形態による学習用記録パターンを示した図

【図 13】

本発明の実施の形態による記録再生装置のエッジシフト検出回路の構成を示す図

【図 14】

従来の光ディスクドライブの構成を示すブロック図

【図 15】

従来例の誤差検出回路の具体的な動作の様子を示した図

【図 16】

従来例の記録パラメータを求める動作のフローチャート

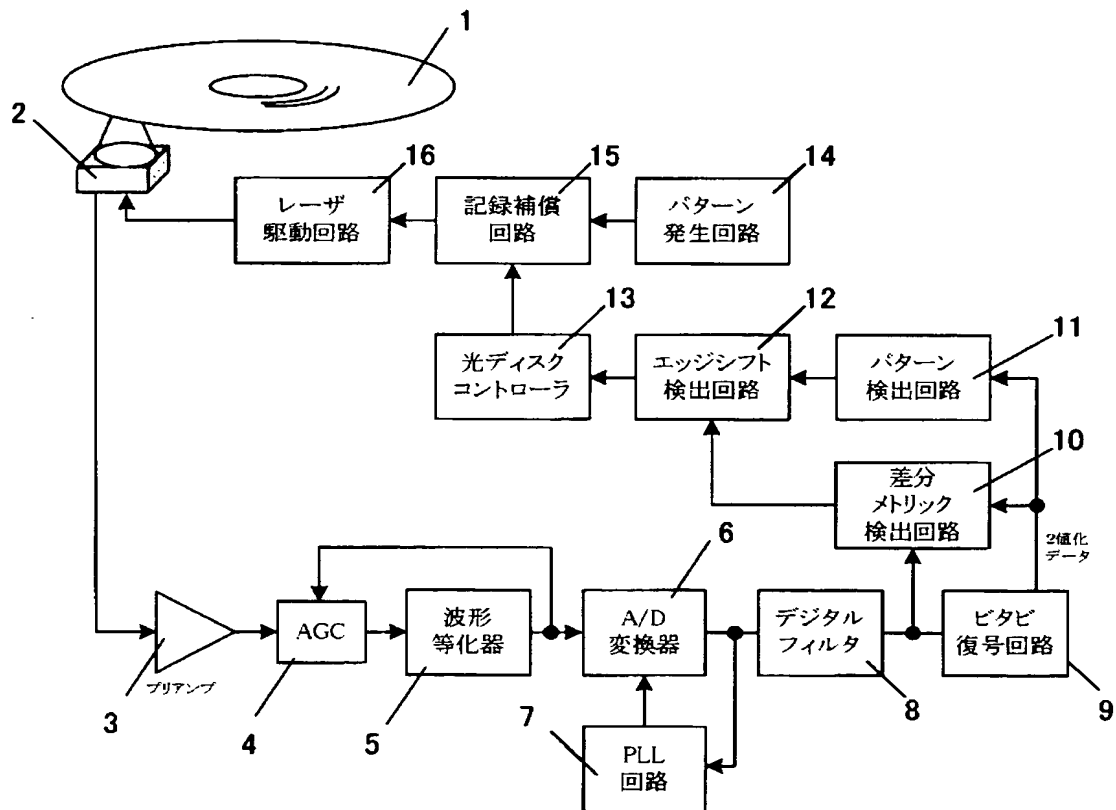
【符号の説明】

- 1, 17 光ディスク
- 2, 18 光学ヘッド
- 3 プリアンプ
- 4 AGC
- 5, 19 波形等化器

- 6 A/D変換器
- 7 PLL回路
- 8 デジタルフィルタ
- 9 ビタビ復号回路
- 10 差分メトリック検出回路
- 11 パターン検出回路
- 12 エッジシフト検出回路
- 13, 25 光ディスクコントローラ
- 14, 26 パターン発生回路
- 15, 27 記録補償回路
- 16, 28 レーザ駆動回路
- 20 コンパレータ
- 21 位相比較器
- 22 LPF
- 23 VCO

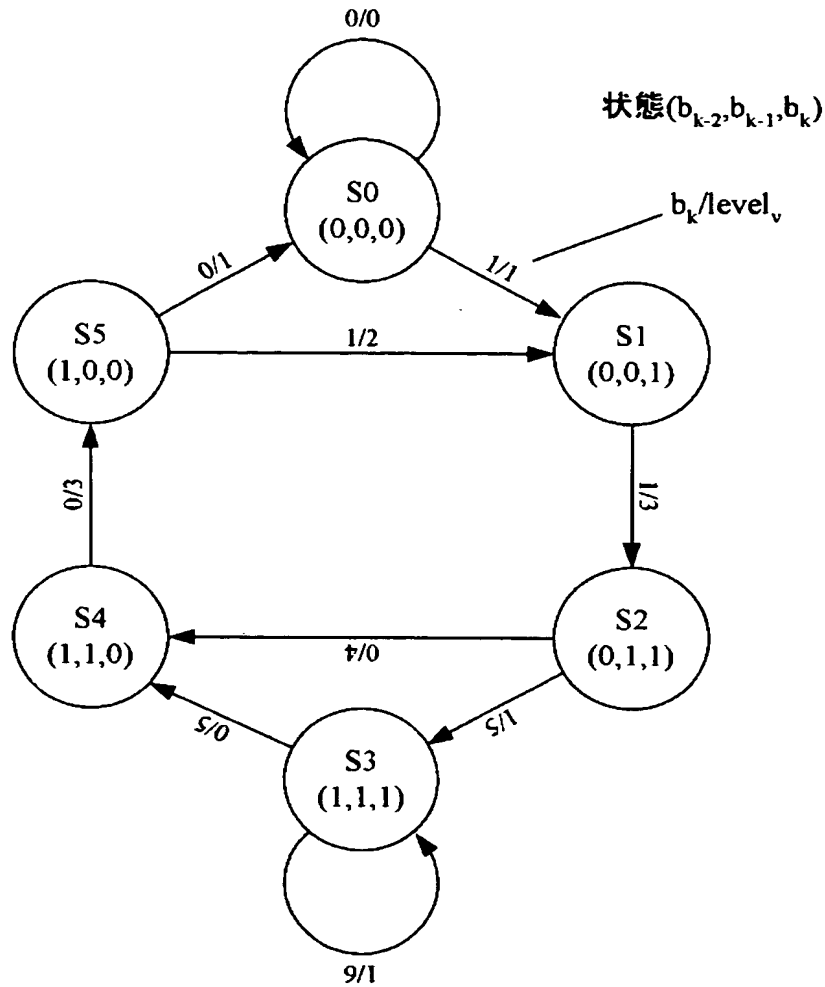
【書類名】 図面

【図1】

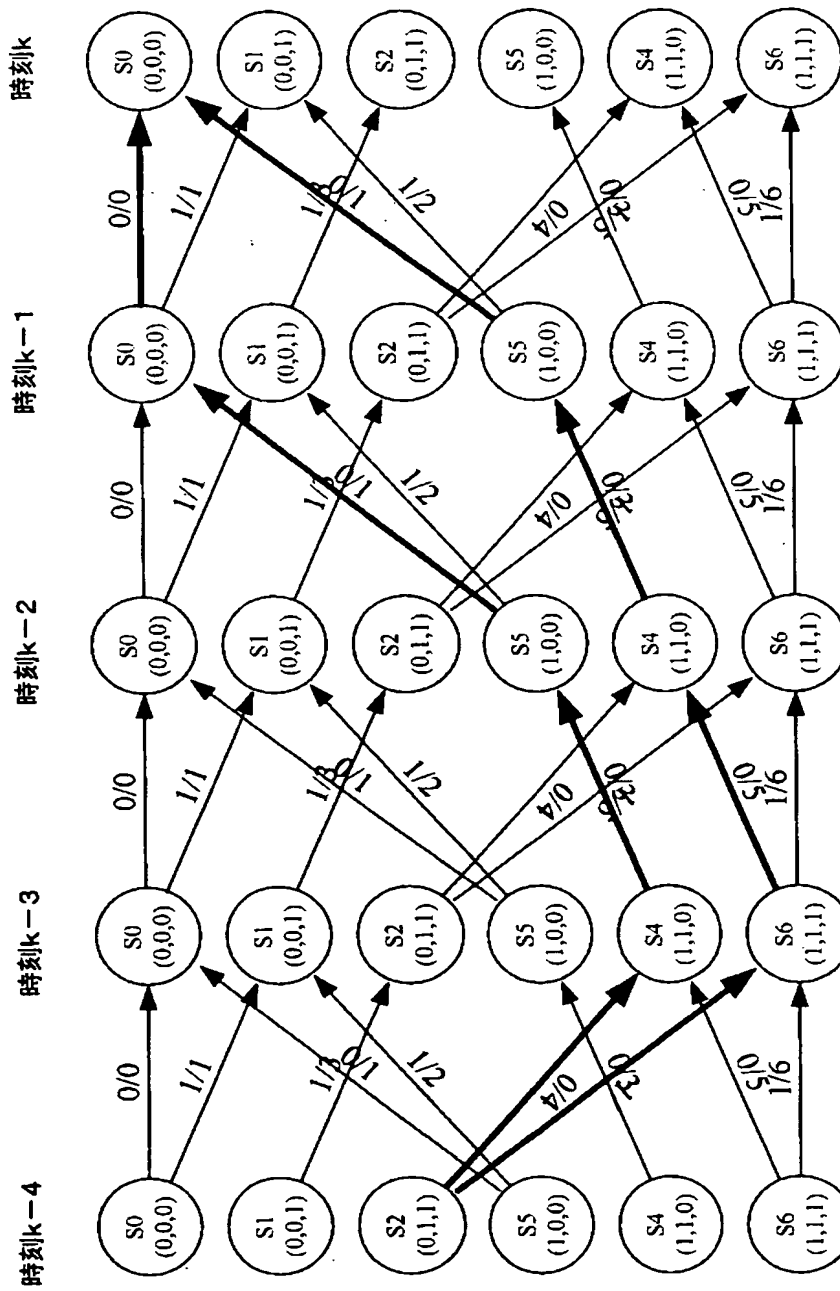


【図 2】

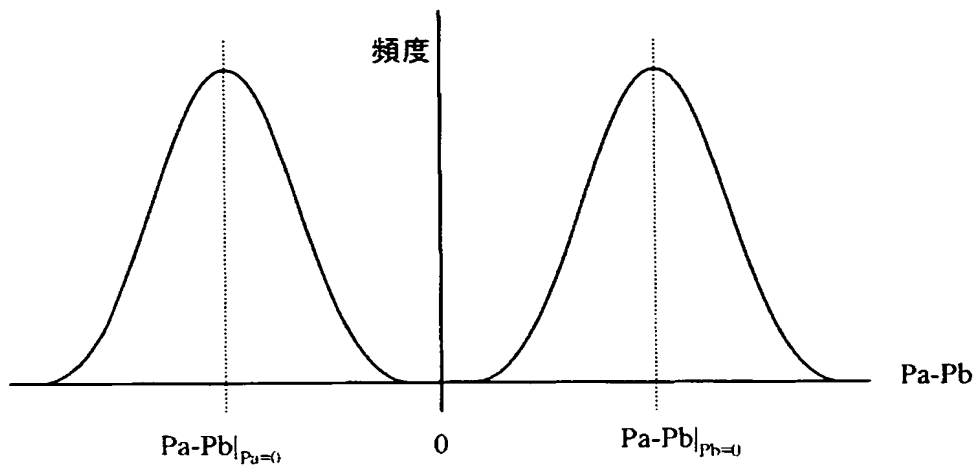
最小極性反転間隔2 + PR(1,2,2,1)の状態遷移図



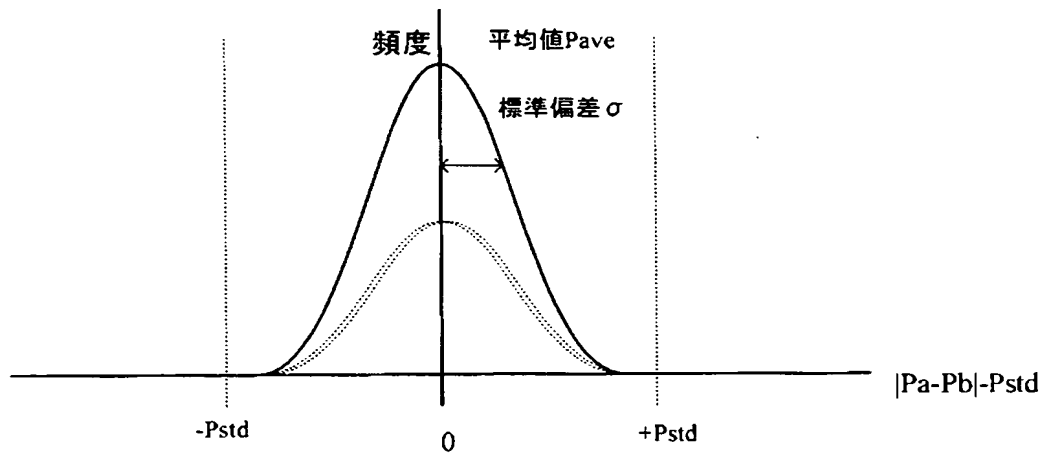
【図 3】



【図 4】

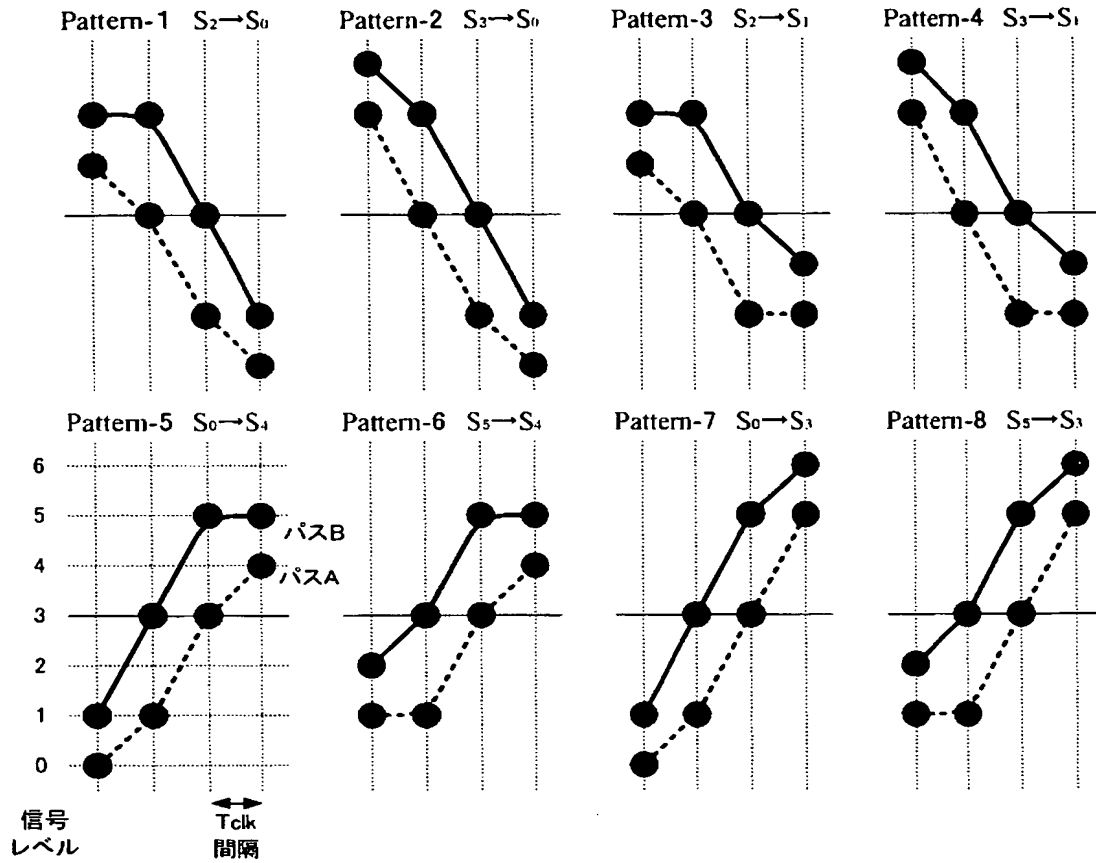


(a) $Pa-Pb$ の分布の様子



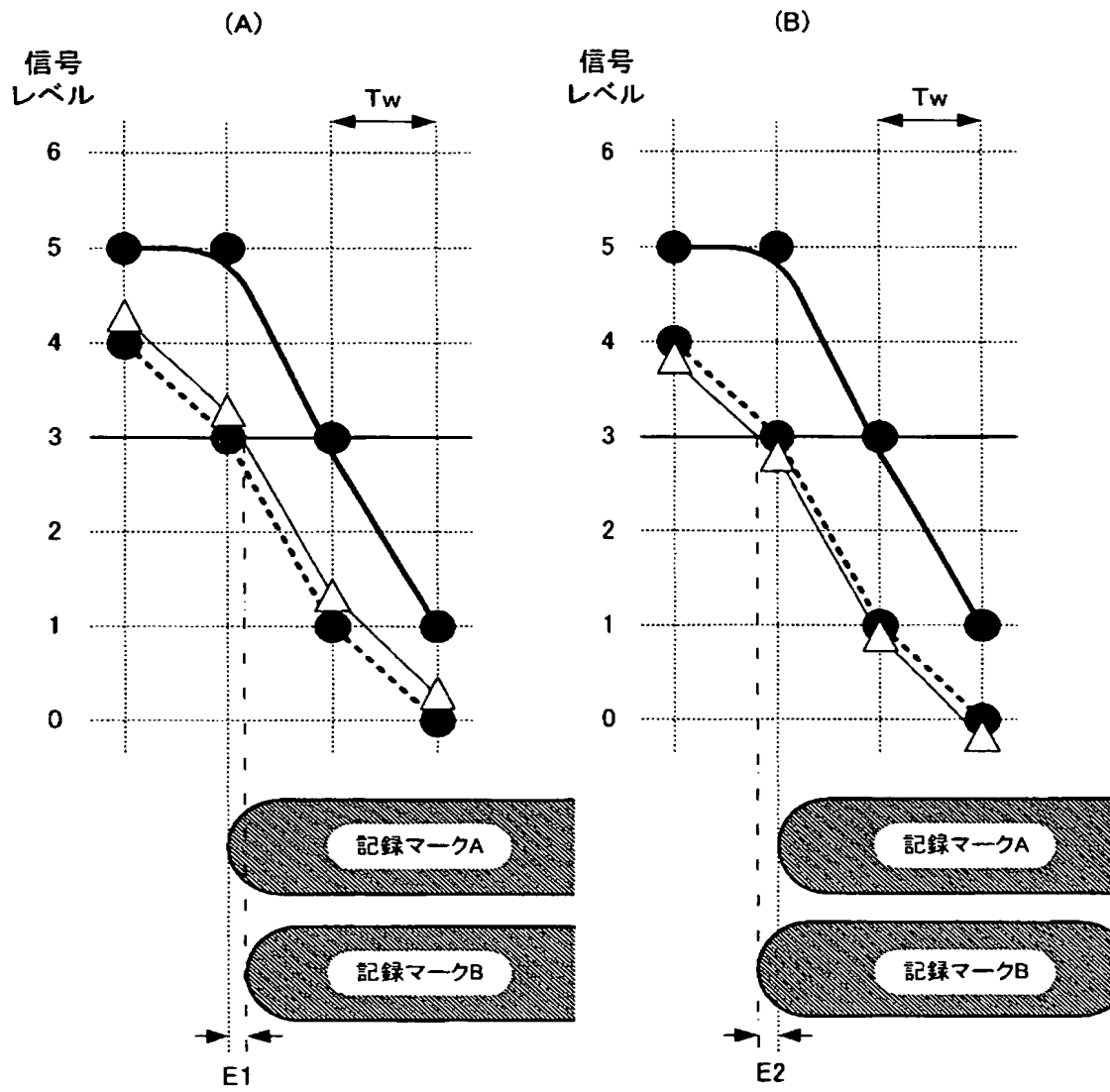
(b) $|Pa-Pb|-Pstd$ の分布の様子

【図 5】



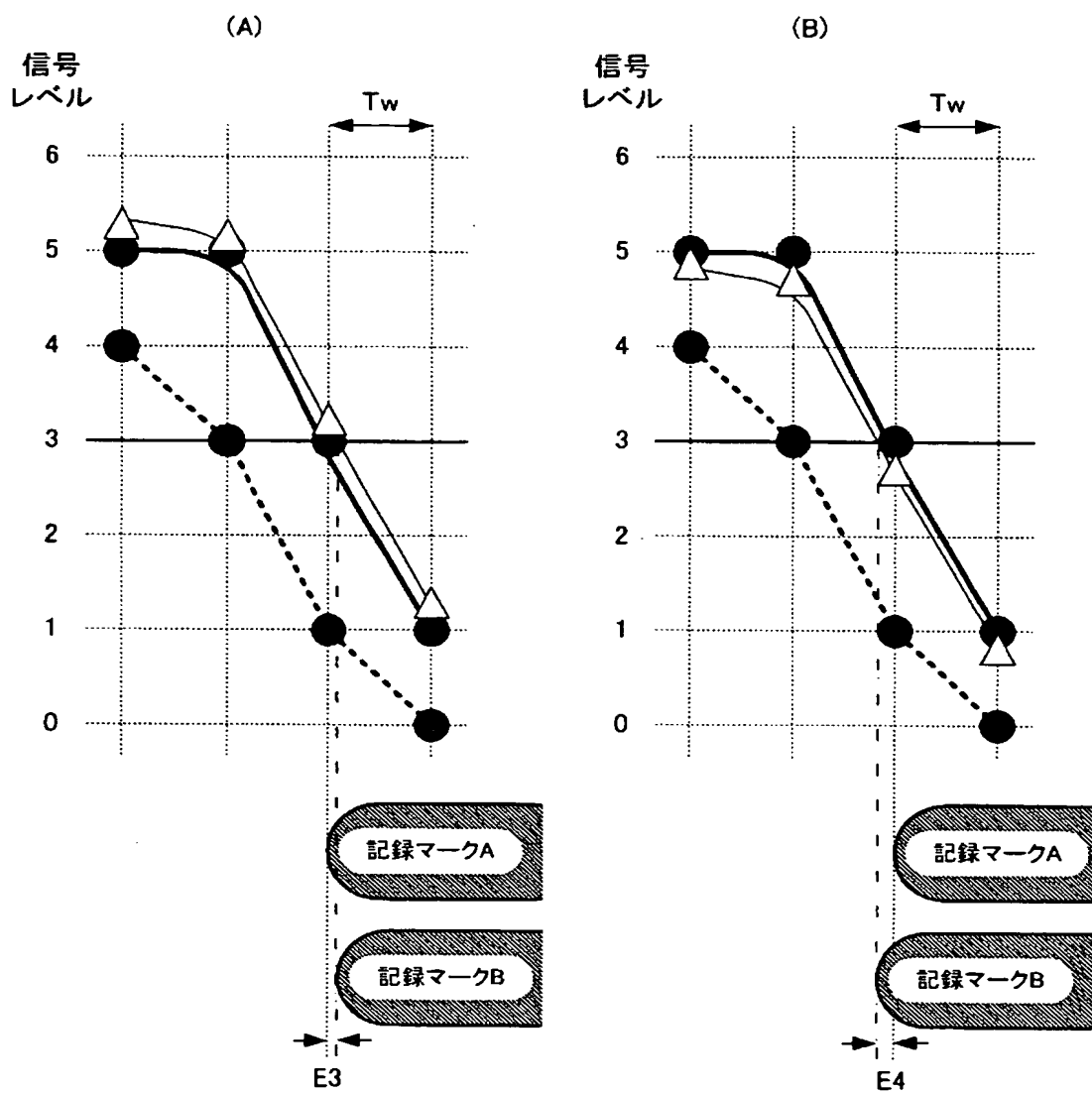
【図 6】

Pattern-1 $S_2 \rightarrow S_0$



【図 7】

Pattern-1 $S_2 \rightarrow S_0$



【図 8】

Tsfp	2Tm	3Tm	4Tm	5Tm以上
2Ts	2Ts2Tm	2Ts3Tm	2Ts4Tm	2Ts5Tm
3Ts	3Ts2Tm	3Ts3Tm	3Ts4Tm	3Ts5Tm
4Ts	4Ts2Tm	4Ts3Tm	4Ts4Tm	4Ts5Tm
5Ts以上	5Ts2Tm	5Ts3Tm	5Ts4Tm	5Ts5Tm

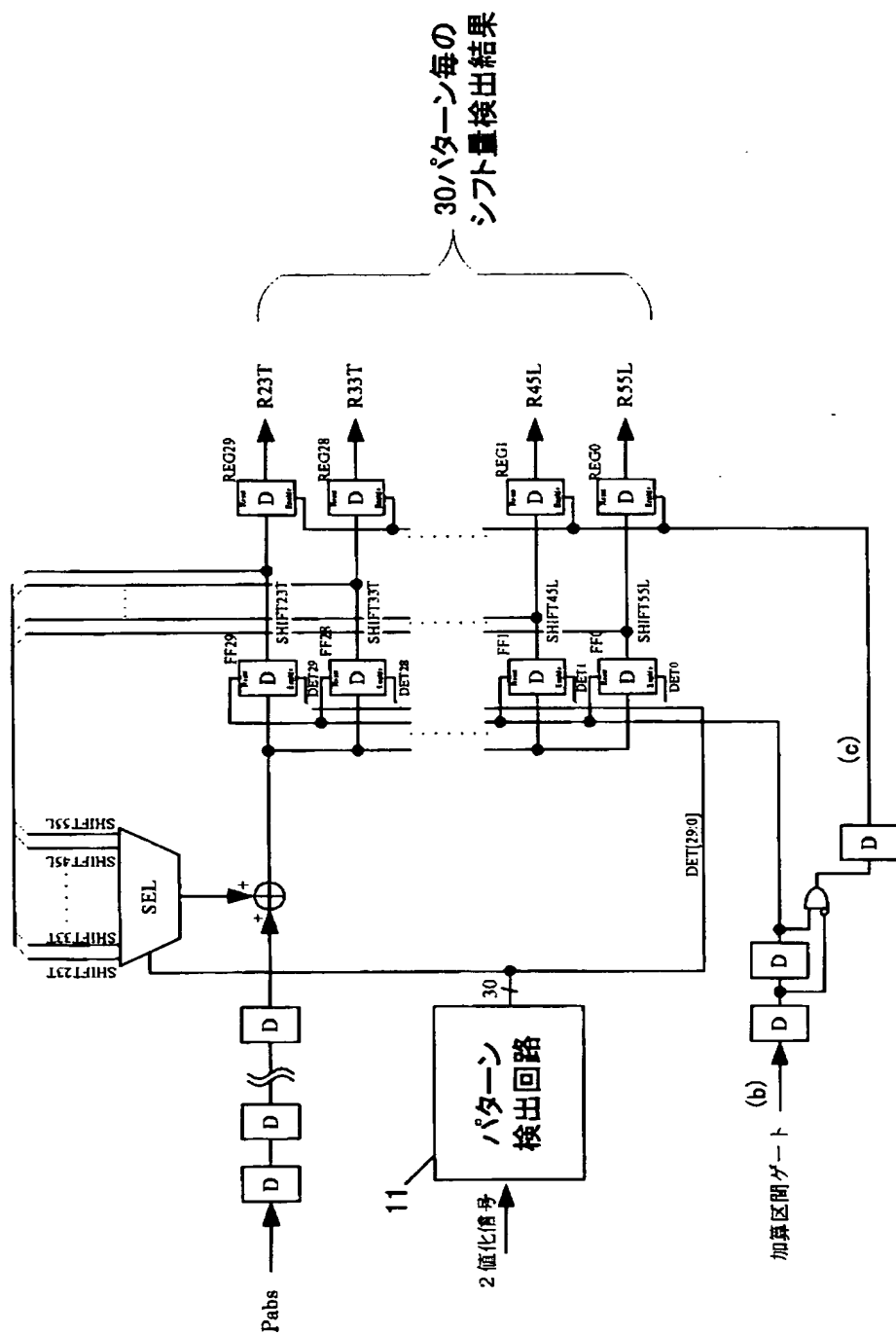
Telp	2Tm	3Tm	4Tm	5Tm以上
2Ts	2Tm2Ts	3Tm2Ts	4Tm2Ts	5Tm2Ts
3Ts	2Tm3Ts	3Tm3Ts	4Tm3Ts	5Tm3Ts
4Ts	2Tm4Ts	3Tm4Ts	4Tm4Ts	5Tm4Ts
5Ts以上	2Tm5Ts	3Tm5Ts	4Tm5Ts	5Tm5Ts

【図 9】

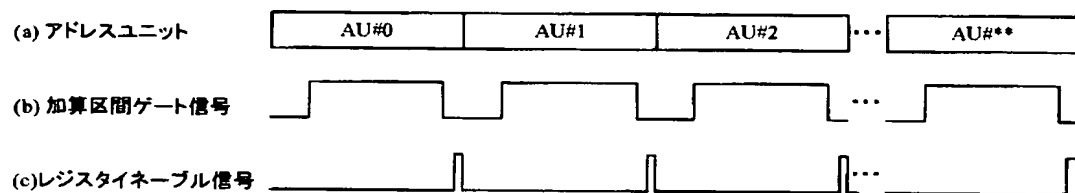
Tsfp	2Tm	3Tm	4Tm	5Tm以上
2Ts		P3A	P1A	P1A
3Ts	P3B	P1B/P4A	P1B/P2A	P1B/P2A
4Ts	P4B	P2B/P4A	P2B/P2A	P2B/P2A
5Ts以上	P4B	P2B/P4A	P2B/P2A	P2B/P2A

Telp	2Tm	3Tm	4Tm	5Tm以上
2Ts		P6A	P5A	P5A
3Ts	P6B	P5B/P8A	P5B/P7A	P5B/P7A
4Ts	P8B	P7B/P8A	P7B/P7A	P7B/P7A
5Ts以上	P8B	P7B/P8A	P7B/P7A	P7B/P7A

【図 10】



【図 1 1】

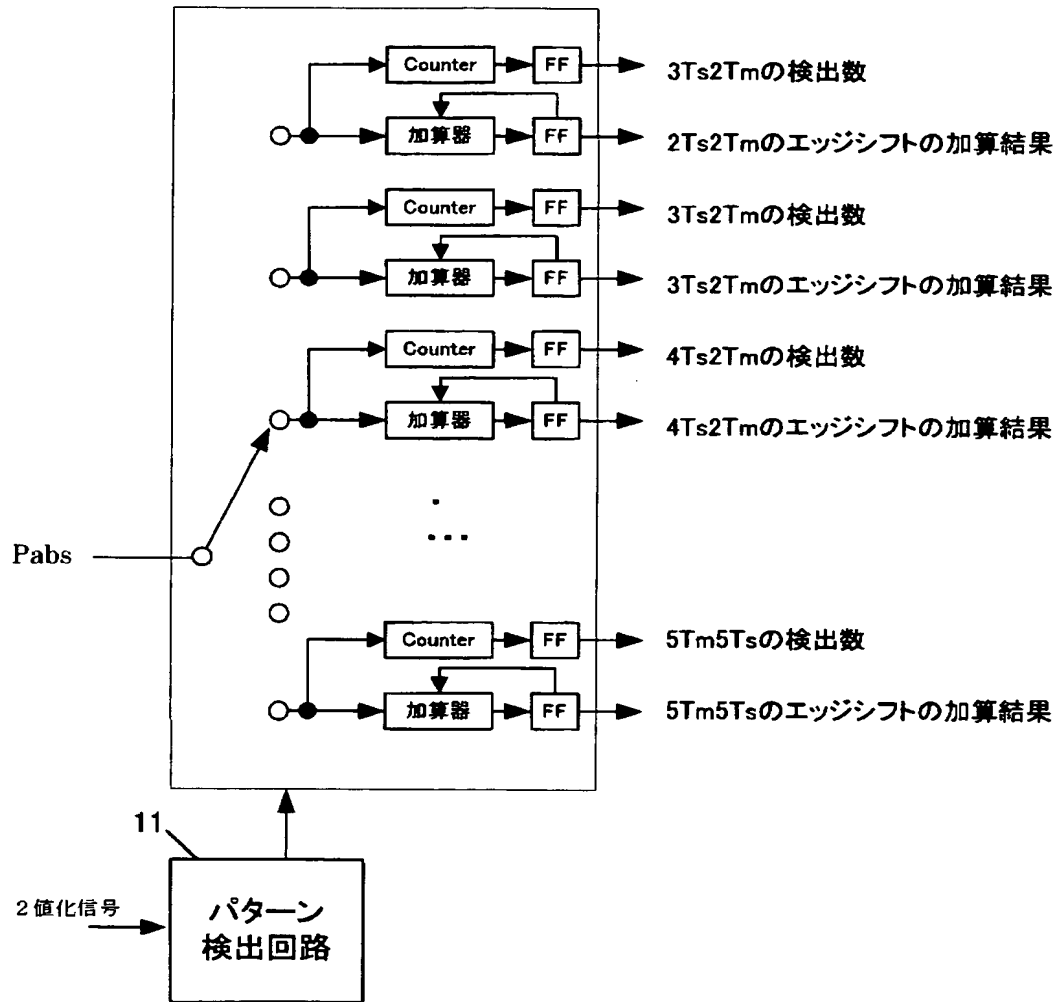


【図 1 2】

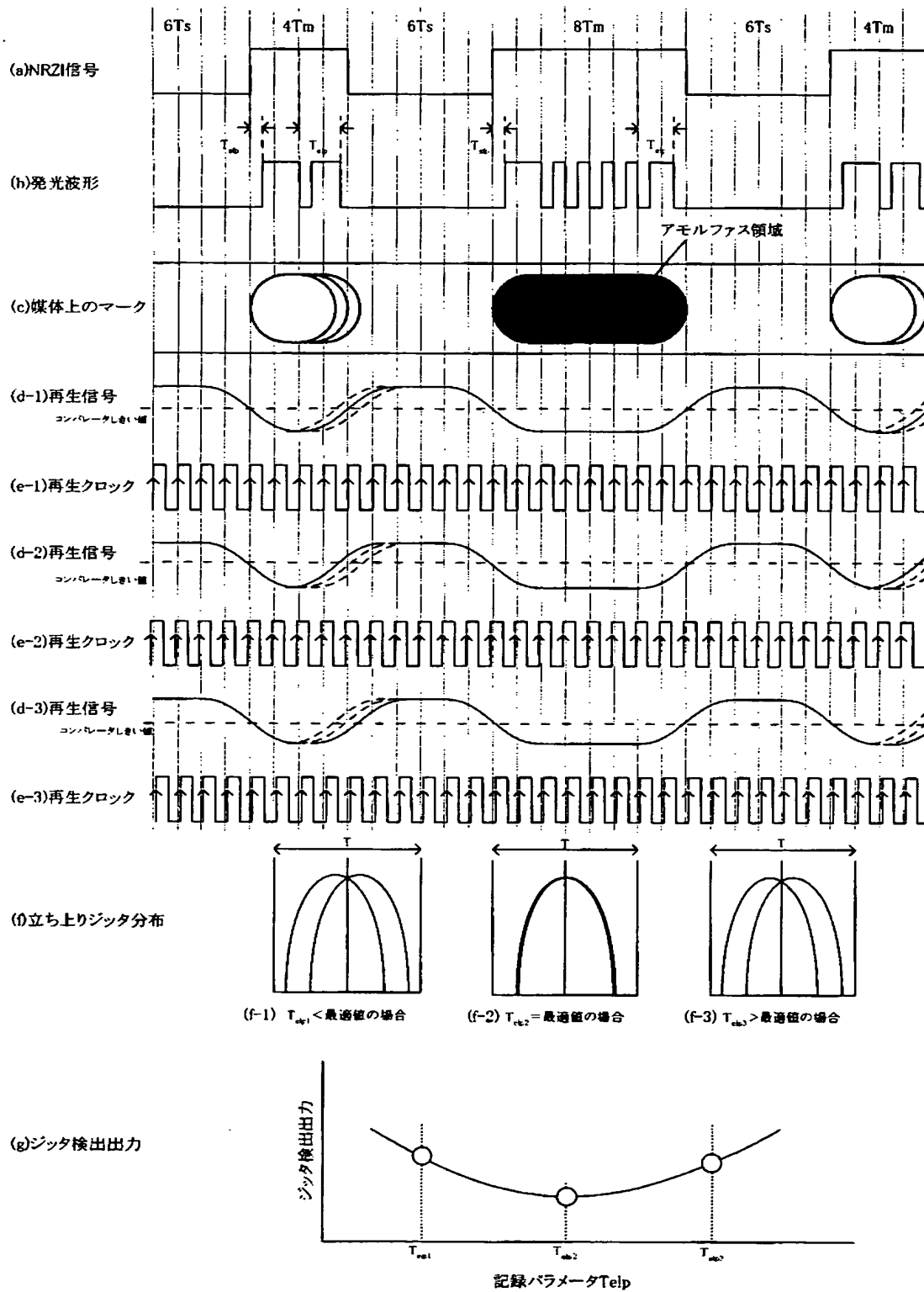
記録パターン

2M3S2M4S2M5S3M2S3M3S3M4S3M5S4M 2S4M3S4M4S4M5S5M2S5M3S5M4S5M5S
110001100001100000111001110001110000111000001111001111 00011110000111100000111110011111000111110000111110000

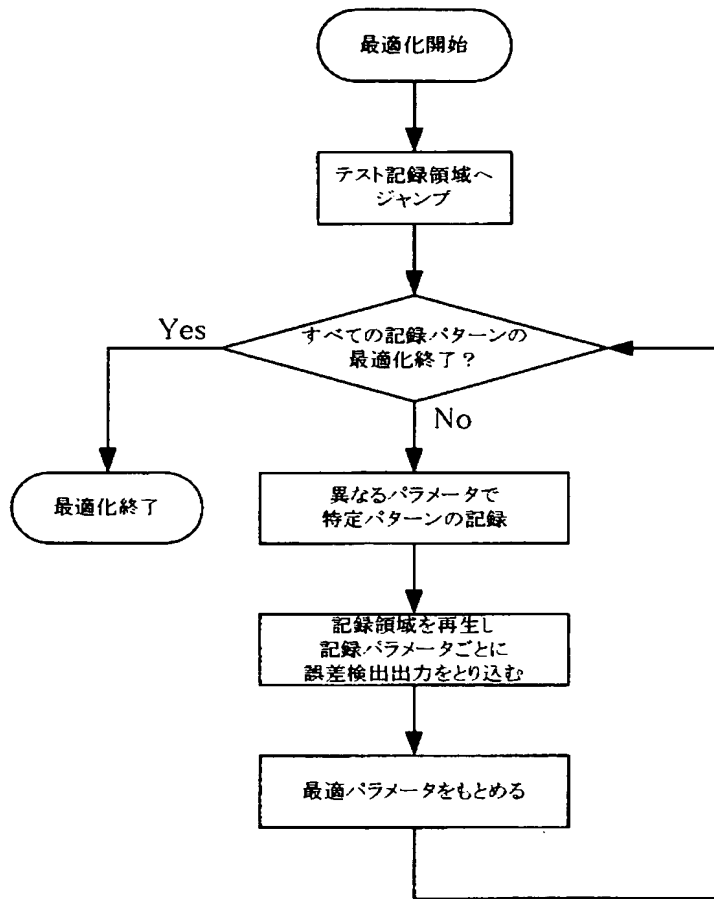
【図 13】



【図 15】



【図 16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 最尤復号法に最適な記録パラメータを設定することを目的とする。

【解決手段】 記録マークのエッジの始終端部分に相当し、尚且つ最尤復号法においてエラーの発生確率が高い部分の、最尤復号結果の信頼性値 $|Pa-Pb|-Pstd$ の演算を、所定のマーク長と直前のスペース長の組み合わせと、マーク長と直後のスペース長の組み合わせごとに行い、その演算結果からエッジシフト位置を最適化する記録パラメータを求め、求めた記録パラメータを反映した記録を行う。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 0 8 8 2 1

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変 更 理 由]

新 規 登 録

住 所

大 阪 府 門 真 市 大 字 門 真 1 0 0 6 番 地

氏 名

松 下 電 器 産 業 株 式 会 社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.